

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

Jordan and Hamburg US
F-7841
Koji TOJO
(212) 986-2340
Solid Laser Apparatus

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年11月13日

出願番号

Application Number:

特願2002-328979

[ST.10/C]:

[JP2002-328979]

出願人

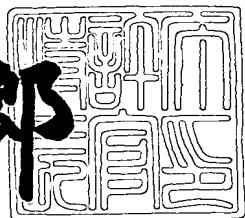
Applicant(s):

株式会社島津製作所

2003年 6月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3047479

【書類名】 特許願
【整理番号】 K1020459
【提出日】 平成14年11月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01S 5/14
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津
製作所内
【氏名】 東條 公資
【特許出願人】
【識別番号】 000001993
【氏名又は名称】 株式会社島津製作所
【代理人】
【識別番号】 100095511
【弁理士】
【氏名又は名称】 有近 紳志郎
【電話番号】 03-5338-3501
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 002233
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長変換レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体発光素子と、グレーティング部を内部に形成した光ファイバと、前記半導体発光素子と前記光ファイバとで構成される光共振器から出射した光を入射光としその入射光の高調波光を出力する波長変換素子と、前記波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に前記光共振器から出射する光の波長を合わせるために前記グレーティング部を長さ方向に伸張するグレーティング部伸張手段とを具備したことを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記光ファイバを保持しうる第 1 固定部を有するベースと、そのベース上をスライドしうると共に前記光ファイバを保持しうる第 2 固定部を有する移動ナットと、その移動ナットに螺合しているネジ棒と、そのネジ棒を回転させる回転手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む 2 力所で前記光ファイバを保持するバー状の感温伸縮部材と、前記グレーティング部を挟む 2 力所の間隔を広げるように前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、2 種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を張り合わせた構造であることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、外周面に前記光ファイバのグレーティング部を含む部分を巻き付けうるリング状またはディスク状の感温伸縮部材と、前記外周長を伸ばすように前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む 2 力所で前記光ファイバを

保持するバー状の圧電部材と、前記グレーティング部を挟む2カ所の間隔を広げるよう前記圧電部材に電圧を印加する電圧印加手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長変換レーザ装置に関し、さらに詳しくは、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わない場合でも、合うように調整可能とした波長変換レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体発光素子とグレーティング部を内部に形成した光ファイバとで光共振器を構成したレーザモジュールが知られている（例えば、特許文献1参照）。

また、感温伸縮部材の間隔を空けた2カ所でグレーティング部を挟むように光ファイバを保持し、温度によるグレーティング部の屈折率の変化を打ち消すように感温伸縮部材でグレーティング部を伸縮させて、グレーティング部で反射する光の波長を温度変化に関わらず一定に又は略一定に保つ技術が知られている（例えば、非特許文献1参照）。

さらに、入射光の高調波光を出力する波長変換素子が知られている（例えば、特許文献2参照）。

【0003】

【特許文献1】

特許第3120828号公報

【非特許文献1】

太田育生その他著「WDMシステム用光ファイバグレーティングの開発」古河電工時報、平成11年7月、第104号、第63頁～第68頁

【特許文献2】

特許第3223648号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献1に記載のレーザモジュールと、特許文献2に記載の波長変換素子とを組み合わせた波長変換レーザ装置が考えられる。

また、このような波長変換レーザ装置に、非特許文献1に記載の技術を適用し、波長変換素子への入射光の波長を温度変化に関わらず一定に維持することが考えられる。

【0005】

しかし、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域は例えば約0.1 [nm]と狭く、一方、グレーティング部の製作時の誤差に起因する、グレーティング部で反射される光の中心波長のバラツキは、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域より大きい。このため、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わないことが多々あり、歩留まりが悪い問題点がある。

そこで、本発明の目的は、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わない場合でも、合うように調整可能とした波長変換レーザ装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

第1の観点では、本発明は、半導体発光素子と、グレーティング部を内部に形成した光ファイバと、前記半導体発光素子と前記光ファイバとで構成される光共振器から出射した光を入射光としその入射光の高調波光を出力する波長変換素子と、前記波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に前記光共振器から出射する光の波長を合わせるために前記グレーティング部を長さ方向に伸張するグレーティング部伸張手段とを具備したことを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

グレーティング部で反射される波長 λ [m]は、グレーティング部の実効屈折率をnとし、グレーティングの周期を Λ [m]とするとき、

$$\lambda = 2 \cdot n \cdot \Lambda \quad \dots \dots (1)$$

である。従って、グレーティング部6を伸張することによりグレーティングの周期 Λ [m]を拡大させることにより、グレーティング部で反射される波長 λ [m]を長くすることが可能である。

そこで、上記第1の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域より光共振器から出射する光の波長が短い場合、グレーティング部を長さ方向に伸張することで光共振器から出射する光の波長を強制的に長くすることが出来るため、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合うように調整可能となる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

【0007】

第2の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記光ファイバを保持しうる第1固定部を有するベースと、そのベース上をスライドしうると共に前記光ファイバを保持しうる第2固定部を有する移動ナットと、その移動ナットに螺合しているネジ棒と、そのネジ棒を回転させる回転手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第2の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合わない場合、ネジ棒を回転させてグレーティング部を長さ方向に伸張することにより、光共振器から出射する光の波長を強制的に波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に合わせることが出来る。

【0008】

第3の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む2カ所で前記光ファイバを保持するバー状の感温伸縮部材と、前記グレーティング部を挟む2カ所の間隔を広げるよう前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第3の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合わない場合、加熱により感

温伸縮部材を伸張させることでグレーティング部を長さ方向に伸張することにより、光共振器から出射する光の波長を強制的に波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に合わせることが出来る。

【0009】

第4の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記感温伸縮部材は、2種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を張り合わせた構造であることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第4の観点による波長変換レーザ装置では、ステンレスと銅のような2種類以上の異なる線膨張係数をもつ材料を組み合わせて、所望の線膨張係数を得ることが出来る。

【0010】

第5の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、外周面に前記光ファイバのグレーティング部を含む部分を巻き付けうるリング状またはディスク状の感温伸縮部材と、前記外周長を伸ばすように前記感温伸縮部材を加熱する加熱手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第5の観点による波長変換レーザ装置では、光ファイバに局所的な応力が加わるのを避けることが出来る。

【0011】

第6の観点では、本発明は、上記構成の波長変換レーザ装置において、前記グレーティング部伸張手段は、前記グレーティング部を挟む2カ所で前記光ファイバを保持するバー状の圧電部材と、前記グレーティング部を挟む2カ所の間隔を広げるように前記圧電部材に電圧を印加する電圧印加手段とを具備してなることを特徴とする波長変換レーザ装置を提供する。

上記第6の観点による波長変換レーザ装置では、波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合わない場合、電圧を印加して圧電部材を伸張させることでグレーティング部を長さ方向に伸張することにより、光共振器から出射する光の波長を強制的に波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に合わせることが出来る。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図に示す実施形態により本発明をさらに詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【0013】

－第1の実施形態－

波長変換レーザ装置100は、光反射面と光出射面とこれらの面で挟まれた領域に電流を注入することにより光を発生し増幅する機能を有する半導体光増幅素子1と、半導体光増幅素子1で発生した光を集光するレンズ2と、内部にグレーティング部6を形成した光ファイバ3と、光ファイバ3から出射した光を集光するレンズ4と、入射光の第2高調波光を出力する波長変換素子5と、グレーティング部6を挟む2カ所で光ファイバ3を保持する第1固定部14及び第2固定部15を有するグレーティング部伸張機構20とを備えて構成されている。

【0014】

第1固定部14および第2固定部15は、接着剤または半田付けなどにより、光ファイバ3を固定的に保持している。

【0015】

半導体増幅素子1と光ファイバ3とで光共振器が構成される。すなわち、半導体光増幅素子1を出射した光は、レンズ2で集光され、光ファイバ3の入射側端面のコア部に入射される。光ファイバ3のコア部に入射した光は、グレーティング部6で決定される波長の光が反射され、半導体光増幅素子1へ戻り、半導体光増幅素子1で増幅され、再び半導体光増幅素子1を出射し、光ファイバ3のコア部に入射する。これが繰り返されることにより、グレーティング部6で決定される波長の光が光ファイバ3の出射側端面のコア部から出射される。

光ファイバ3の出射側端面のコア部から出射された光は、レンズ4で集光され、波長変換素子5の光導波路端面へ入射され、第2高調波光に変換され、光導波路の他方の端面から出力される。

【0016】

グレーティング部伸張機構20は、ベース21と、そのベース21上をスライ

ドしうる移動ナット22と、その移動ナット22に螺合しているネジ棒23と、そのネジ棒23を手動または工具を用いて回転させうる操作部24とを具備している。そして、第1固定部14はベース21に設けてあり、第2固定部15は移動ナット22に設けてある。

【0017】

操作部24を回してネジ棒23を回すと、移動ナット22がベース21上をスライドし、第1固定部14と第2固定部15の間隔が変わる。これにより、グレーティング部6が伸縮し、グレーティング部6で反射される光の波長すなわち光共振器から出射する光の波長が変わる。ただし、外力を加えない状態での光ファイバ3の長さより伸ばすことは出来るが、縮めることは出来ない。

【0018】

そこで、光ファイバ3に外力を加えない状態では、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長帯域よりも光共振器から出射する光の波長が僅かに短くなるようグレーティング部6を形成しておく。そして、操作部24を回してグレーティング部6を伸張し、光共振器から出射する光の波長が波長変換素子5で変換可能な入射光の波長になるように調整する。

【0019】

これにより、グレーティング部6の製作時の誤差に起因する、グレーティング部6で反射される光の中心波長のバラツキがあっても、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合うように調整可能となる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

【0020】

-第2の実施形態-

図2に示す波長変換レーザ装置200は、第1の実施形態に係る波長変換レーザ装置100におけるグレーティング部伸張機構20の代わりに、感温伸縮部材11と加熱器31とを用いた構成である。

【0021】

第1固定部14および第2固定部15は、感温伸縮部材11に設けてあり、接着剤または半田付けなどにより光ファイバ3を固定的に保持している。

【0022】

感温伸縮部材11は、例えばABS樹脂、PPS樹脂、PBT樹脂、液晶ポリマー、エポキシ樹脂など又はこれに添加物を添加して所望の線膨張係数に調整したプラスチック材料製である。

加熱器31は、温度制御されたヒータである。

【0023】

光ファイバ3に外力を加えない状態では、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長帯域よりも光共振器から出射する光の波長が僅かに短くなるようにグレーティング部6を形成しておく。そして、加熱器31により感温伸縮部材11を加熱する。すると、感温伸縮部材11が伸び、第1固定部14と第2固定部15の間隔が広がるため、グレーティング部6が伸張される。これにより、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

【0024】

—第3の実施形態—

図3に示す波長変換レーザ装置300は、第2の実施形態に係る波長変換レーザ装置200における感温伸縮部材11の代わりに、2種類の異なる線膨張係数をもつ材料16, 17を張り合わせて所望の線膨張係数になるように調整した構造の感温伸縮部材12を用いた構成である。

【0025】

感温伸縮部材12では、光ファイバ3に近い材料16の線膨張係数よりも光ファイバ3から遠い材料17の線膨張係数が小さいように材料を選ぶ。たとえば、材料16に銅、材料17にステンレス鋼を用いたバイメタル構造とする。または、材料16にアルミニウム、材料17にステンレス鋼を用いたバイメタル構造とする。

【0026】

波長変換レーザ装置300でも、第2の実施形態に係る波長変換レーザ装置200と同様に、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

【0027】

-第4の実施形態-

図4に示す波長変換レーザ装置400は、第2の実施形態に係る波長変換レーザ装置200におけるバー状の感温伸縮部材11と加熱器31の代わりに、リング状の感温伸縮部材13とそのリング内に設けた加熱器32を用い、その感温伸縮部材13の外周面に光ファイバ3のグレーティング部6を含む部分を巻き付けた構成である。なお、感温伸縮部材13をディスク状とし、そのディスク面に合わせるように加熱器を設けてもよい。

【0028】

感温伸縮部材13には、第2の実施形態で示したプラスチック材料を用いることが出来る。

【0029】

加熱器32で加熱すると、感温伸縮部材13の外周長が伸張する。すると、光ファイバ3のグレーティング部6を含む部分も伸張する。これにより、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

【0030】

-第5の実施形態-

図5に示す波長変換レーザ装置500は、第2の実施形態に係る波長変換レーザ装置200における感温伸縮部材11と加熱器31の代わりに、バー状の圧電部材(ピエゾ素子)41とその圧電部材41を伸張させるように電圧を印加する電圧印加装置42を用いた構成である。

【0031】

電圧印加装置42で圧電部材41に電圧を印加すると、逆圧電効果の縦効果により、圧電部材41が電圧印加方向に伸張する。すると、光ファイバ3のグレーティング部6を含む部分も伸張する。これにより、光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。

【0032】

-第6の実施形態-

図6に示す波長変換レーザ装置600は、第5の実施形態に係る波長変換レーザ装置500と基本的に同じであるが、逆圧電効果の横効果により、圧電部材41を電圧印加方向と直交する方向に伸張させている。

【0033】

【発明の効果】

本発明の波長変換レーザ装置によれば、グレーティング部の製作時の誤差に起因する、グレーティング部で反射される光の中心波長のバラツキがあっても、グレーティング部を長さ方向に伸張することで光共振器から出射する光の波長を強制的に長くすることが出来るため、光共振器から出射する光の波長が波長変換素子5で変換可能な入射光の波長になるように調整できる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図2】

第2の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図3】

第3の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図4】

第4の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図5】

第5の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

【図6】

第6の実施形態に係る波長変換レーザ装置を示す構成説明図である。

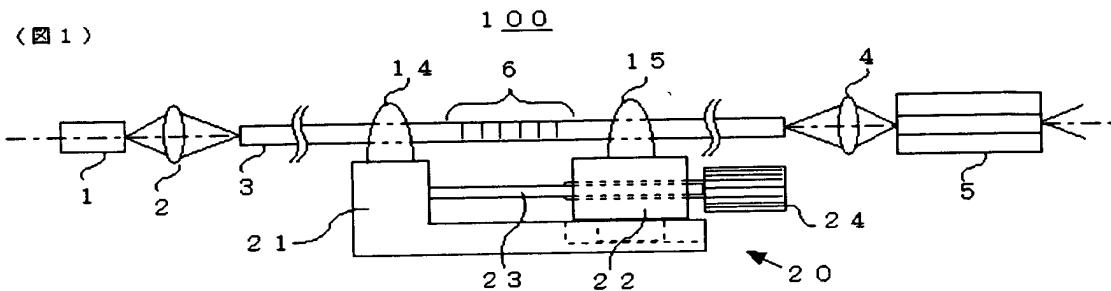
【符号の説明】

1	半導体光增幅素子
2, 4	レンズ
3	光ファイバ
5	波長変換素子

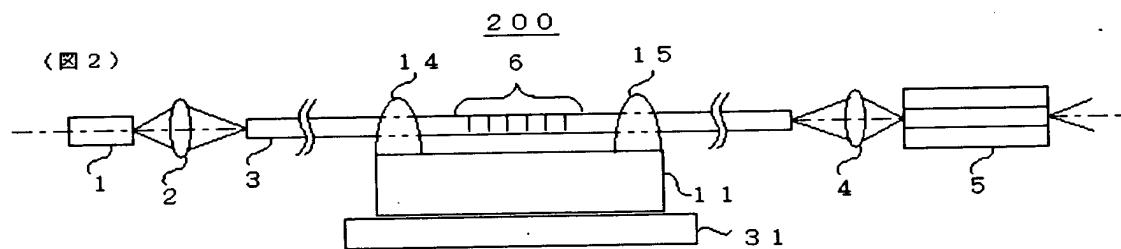
6	グレーティング部
11, 12, 13	感温伸縮部材
31, 32	加熱器
20	グレーティング部伸張機構
21	ベース
22	移動ナット
23	ネジ棒
24	操作部
41	圧電部材
42	電圧印加装置
100~600	波長変換レーザ装置

【書類名】 図面

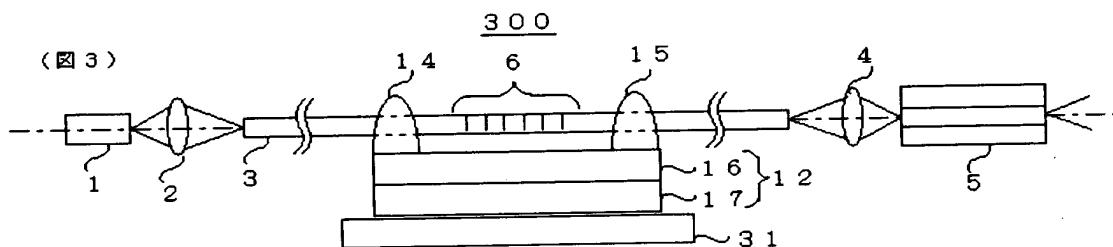
【図1】



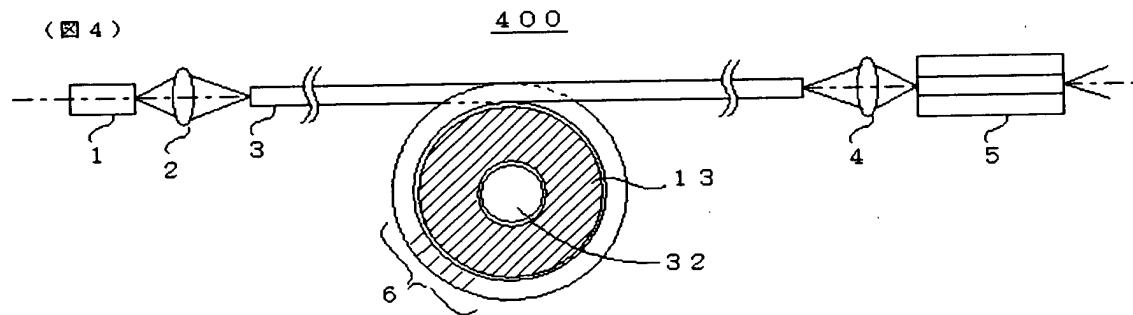
【図2】



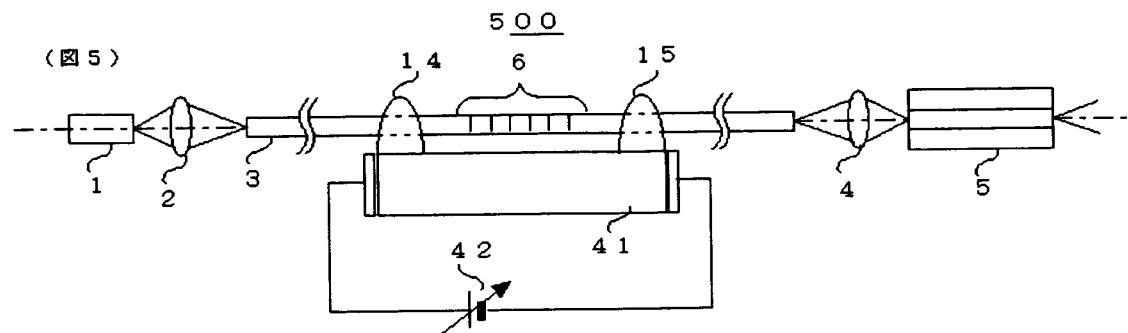
【図3】



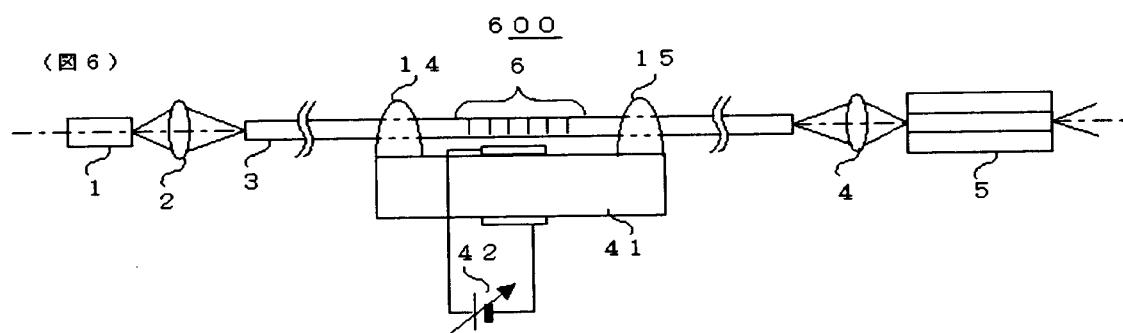
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長変換素子で変換可能な入射光の波長帯域に、光共振器から出射する光の波長が合わない場合でも、合うように調整可能とする。

【解決手段】 光ファイバ3に外力を加えない状態では、半導体増幅素子1と光ファイバ3とで構成される光共振器から出射する光の波長が、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長帯域よりも僅かに短くなるように、グレーティング部6を形成しておく。そして、ツマミ24を回してグレーティング部6を伸張し、光共振器から出射する光の波長が波長変換素子5で変換可能な入射光の波長になるように調整する。

【効果】 グレーティング部6の製作時の誤差に起因する、グレーティング部6で反射される光の中心波長のバラツキがあっても、波長変換素子5で変換可能な入射光の波長帯域に光共振器から出射する光の波長が合うように調整可能となる。これにより、歩留まりを向上することが出来る。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001993]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
氏 名 株式会社島津製作所

2. 変更年月日 2003年 5月16日

[変更理由] 名称変更

住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
氏 名 株式会社島津製作所